# 百香果採收後處理

陳盈君、林慧玲 / 國立中興大學園藝學系
hillin@dragon.nchu.edu.tw

## 摘要

百香果(*Passiflora edulis* Sims.)為西番蓮科西番蓮屬之熱帶多年生蔓性果樹，果汁風味酸甜且香氣特殊，為全球重要加工原料，亦可鮮食，部分種類可為藥用。百香果亦為臺灣夏秋兩季重要果品，主要栽培品種為‘台農1號’。近年，百香果鮮果市場規模逐年增加，因此透過採收後保鮮處理技術之建立，將可延長鮮果貯運及櫥架壽命。影響百香果鮮果貯運品質包含採收成熟度、果皮顏色、果汁糖酸比、貯運溫度、包材等關鍵因子。而百香果屬於更年型果實、採收後有明顯之更年型呼吸及乙烯高峰，且屬於高呼吸率及高乙烯產生率之果品，可利用低溫降低代謝及後熟相關反應，而其臨界寒害溫度為9℃，低於9℃易發生果實寒害。另外，由於果皮易失水皺縮而影響果實品質，可利用包材保濕及氣變包裝減緩失重及後熟速率。果皮轉色亦為影響品質之重要指標，一般轉色未完全之果實可置於25-28℃下3天，進行催色，果皮可達均勻紫色之良好外觀。調查果實生長曲線，果實於花後2-3周已達穩定大小，果色隨成熟度增加而逐漸轉色，紫色種及‘台農1號’百香果果皮顏色主要來自花青素(anthocyanins)，黃色種果皮顏色則由其他類黃酮色素(flavonoids)表現。果實後熟期間，糖度逐漸增加而酸度下降，並產生香氣。果汁內醣類主要組成為蔗糖、葡萄糖及果糖，枸櫞酸及蘋果酸則為主要有機酸成分。果汁香氣由類胡蘿蔔素降解之揮發性化合物組成，以酯類、醇類和萜類為主，鮮果具有豐富之營養成分。近年來百香果鮮果市場需求，逐年增加，但目前僅能以空運為長程外銷市場之主要運輸方式，其運輸成本遠高於海運，本實驗室已初步建立長程海運貯運保鮮流程，期能拓展歐、美、加等外銷市場，配合田間產期調節，穩定生產，可週年供果，提升外銷產值及市場競爭力。

## 一、簡介

百香果屬於西番蓮科西番蓮屬之多年生蔓性植物，主要分布在熱帶及亞熱帶區域，分類上細分為4亞屬525種，商業上流通種類大多屬於*Passiflora*亞屬，此亞屬約含236種。百香果依其用途分為庭園用、食用及藥用，果實可食用的種類則約有60種(Ulmer

圖 1、百香果鮮果於市場販售之不同包裝形式： a. 臺灣慣用的網袋袋裝；b. 整箱紙箱包裝，單果零售；c. 韓國超市所見的塑膠盒裝販售

and MacDougal, 2004)。百香果果汁風味酸甜且香氣特殊，食用部位為果實內部假種皮(Aril)形成的果囊，囊內富含果汁可供鮮食或加工利用，果實大小與果汁率因品種而異。

百香果為臺灣夏秋兩季重要果品，主要栽培區域為南投縣大埔里地區，長期主要栽培品種為‘台農1號’(*P. edulis* x *P. edulis* f. *flavicarpa*)，近年來市場上則有滿天星、黃金等其他品種流通。國際及國內市場皆因消費者食安意識抬頭，加上運輸通路便捷，百香果鮮食市場規模逐年增加，各地販售形式有所不同，包括用網袋袋裝、塑膠盒裝、單顆禮盒包裝及冷凍鮮果真空包裝販售等(圖1)，因此如何建立採收後鮮果保鮮處理技術，減少百香果貯運期之損耗，為開拓百香果國際外銷市場關鍵技術。

採收後處理，為田間栽培管理後的延伸技術，田間管理優良與否，直接影響採收後處理之效果。除此之外，影響百香果鮮果貯運品質的因子亦包括採收成熟度、果皮顏色、果汁糖酸比、貯運溫度及包裝方式等。透過控制貯藏環境溫、濕度及包裝，可達到增加百香果鮮果產品銷售距離及延長銷售期，並保持產品販售品質及可售率，進而可以海運取代空運，降低運輸成本，達到開發百香果國際外銷長程運輸市場之目標。

## 二、百香果果實特性

百香果果實之物化及生理特性，直接影響採收後處理各因子的表現及處理方式。百香果果實生長發育呈單S曲線，花後2-3周果實長寬達到最大，後續果實重量的增加，主要為內部物質累積轉換。果皮顏色在花後7周前維持綠色，之後開始轉色，至花後9-10周果皮完全轉成紫色。百香果果殼表面具有自然薄膜蠟層，果殼內含果膠物質及膳食纖維等物質，果殼含水量高，乾重僅約占果殼重量的20%，因此，百香果貯藏期間易因環境濕度，造成失水，致使果皮皺縮，影響消費者購買意願。百香果果皮顏色因種類不同而異，黃色種果皮為鮮黃色，果皮顏色主要是類黃酮色素(flavonoids)；紫色種果皮呈深紫色，‘台農1號’百香果的果皮則呈紫紅色，兩者果皮主要色素為花青素(anthocyanins)，紫色種果皮花青素以cyanidin-3-glucoside及pelargonidin-3-diglucoside為

主，‘台農1號’百香果果皮花青素為cyanidin-3-O-β-D-glucopyranoside及cyanidin-3-O-β-D-galactopyranoside，主要集中在外果皮 (張，1998；謝，2016)。

百香果果汁為主要食用部位，由於其特殊香氣及適當的糖酸比，構成良好風味，獲得消費者喜愛。果實香氣產生時期與內部糖酸比，隨發育階段而變化，可溶性固形物含量，隨果實發育成熟而增加，可滴定酸則隨之下降。‘台農1號’百香果糖度約為17°Brix，酸度約為3%(李，2005；Pruthi, 1963)；碳水化合物佔可溶性固形物含量的71.3%，內含蔗糖(30.6%)、果糖(29%)及葡萄糖(29%)；有機酸則佔可溶性固形物含量的19.5%，主要成分為枸櫞酸(93.3-96.2%)及蘋果酸(3.8-6.7%)(Pruthi, 1963)。百香果果實香氣源自類胡蘿蔔素降解之二次代謝物產生的揮發性化合物，主要種類為酯類、醇類及萜類(Janzantti *et al.*, 2012)。

百香果屬於更年型果實，果實後熟過程的呼吸速率及乙烯釋放率上升影響果實品質及風味，更是設定貯藏期、貯藏溫度及包裝材質選擇的主要考慮因子。百香果果實之乙烯主要生合成部位在種子及假種皮，果實開始轉色時期，乙烯含量開始增加，至完全轉色期，乙烯生合成含量達到最高(Shiomi *et al.*, 1996a, b)。舒(2013)採收不同成熟度百香果果實，調查各階段果實在採後11天間呼吸作用及乙烯釋放率之變化，結果顯示花後1-5周果實在採後11天間沒有乙烯釋放高峰，花後6周果實在採收後5天開始釋放乙烯，至第10天達到乙烯釋放高峰；花後7周果實自採後第6天開始釋放乙烯，並持續增加；花後8周果實則提早至採後4天開始釋放乙烯，同樣至採後10-11天達到高峰；花後9-10周果實為完全轉色果實，於採收當日之乙烯釋放量便達高峰，而後逐漸下降。百香果的高乙烯釋放量為影響果實貯藏期及品質的重要關鍵，不同成熟度的果實乙烯釋放高峰可做為果實採收適期的參考基礎。百香果同樣屬於高呼吸作用的果實，亦於採收後因呼吸作用氧化消耗內部物質產生能量供應其他生理作用，造成品質下降而影響貯藏期。成熟期果實的呼吸率同樣在採收後1-3日最高，而後逐漸下降。

綜合以上所述，百香果果實大小在花後2-3周即達最大體積，後續生長發育主要在內部物質變化；百香果屬於高乙烯生成率與呼吸率之更年型果實，隨果實成熟度增加，在花後7-8周開始轉色，且伴隨果實內部可溶性固形物累積與揮發性香氣成分增加。果殼外觀顏色及完整性，為影響消費者購買意願的主要因子，因此透過採收後處理保鮮技術以維持其果實外觀及食用品質，進而延長果實貯藏及販售期。

## 三、百香果採收後處理技術

採收後處理的目的為延長園產品壽命並維持其品質。根據百香果果實特性，其果實採收後發生的品質劣變大致包括下列幾種情況：蒂頭或果實發霉、果殼失水皺縮或褐化、軟化凹陷、失重及風味流失，而造成的原因則為病菌感染、蒸散失水、果膠物質崩解及乙烯、呼吸率上升等。

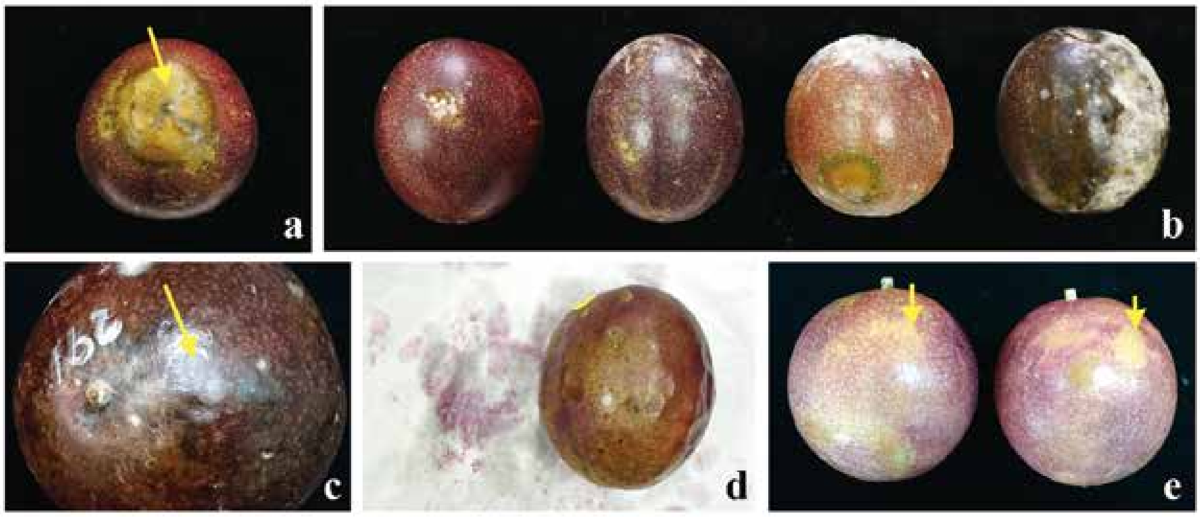

圖 2、‘台農 1 號’百香果於過低溫度貯藏造成之寒害症狀：a. 蒂頭腐爛；b. 果實不同腐爛程度，果實腐爛程度由左至右趨於嚴重；c. 蒂頭發霉；d. 果皮花青素滲漏；e. 果色不均 ( 箭頭所指區域 )

蒂頭及果實發霉源自於微生物感染，除了損毀果實外觀以外，嚴重時更會使果汁產生發酵異味，完全無販售品質。透過果實採收時清洗、修整、選別及分級等處理，可避免微生物感染，且可排除不同成熟度或受傷感染之果實釋放乙烯，對後續貯藏處理造成干擾。

低溫環境降低生理作用活性，如蒸散作用、呼吸作用、乙烯生合成等，得以延緩園產品老化，提升貯藏壽命，然而百香果屬於熱帶果樹，其果實易因低溫造成寒害，寒害症狀包括果實軟化、果色不均、花青素滲漏及果實腐爛等(圖2)。因此測試貯藏最適低溫條件，且不誘導寒害，是為百香果採收後處理技術發展重要關鍵點。

百香果因種類不同，對低溫忍受度亦有所差異。紫色種在5℃低溫及80-90%相對溼度環境下，貯藏期達4-5週，黃色種則僅能在5-7.5℃貯藏1週，可能受到寒害(Arjona *et al.*, 1992；Paull and Duarte, 2011)。‘台農1號’百香果經清洗後以3、6、9、12、15℃進行貯藏，並以25℃貯藏作為對照組，結果顯示9℃貯藏30天加上25℃回溫3天後，果汁糖酸比可達11以上，且果實可售率維持在78.6% (未發表數據)。

氣變包裝(Modified Atmosphere Package，MAP)亦為果實貯藏常用的控制方法之一。果實在貯藏期間持續進行呼吸作用，消耗氧氣並釋出二氧化碳，藉由PE袋等包裝材質本身不同透氣性，使袋內果實週遭形成相對低$O_2$濃度、高$CO_2$濃度及較高相對濕度的貯藏環境，進而使呼吸作用相關酵素活性下降，降低呼吸率並減少品質耗損。紫色種百香果應用Activebag®進行包裝貯放於室溫(約20℃)，包裝果實於貯藏後維持較佳外觀型態、失重率顯著下降、延後並降低乙烯釋放率與呼吸率，Activebag®包裝對紫色種百香果採收期第二期果實(花後60-65天，轉色50-70%)有延長其貯藏期之效果，相較未包裝果

實，延長其貯藏期達13天(Owino *et al.*, 2016)。Yumbya等(2014)同樣以Activebag®包裝百香果，進行貯藏試驗，包裝貯藏之果實僅略延後呼吸高峰產生，但對於乙烯生成速率則無延遲效果，僅略降低乙烯量。

塗蠟處理可降低果實蒸散失水，並防止果實皺縮，同時具有增加果實表面光澤之效果。百香果果實本身雖具有自然蠟質，但經清洗即脫落，透過塗蠟處理果實之失重率及果汁損失率皆有下降趨勢。Akath等(2011)研究指出紫色種百香果經過石蠟覆膜(熔點60-62℃)，置於瓦楞紙板箱，內襯高密度聚乙烯(0.03 mm)墊，貯藏於26.5℃相對濕度65.7%的環境下可貯藏25天。果實失重率及果汁散失率皆有下降趨勢。Alves等(2010)以甲殼素(chitosan)進行百香果披膜處理，可減緩乙烯釋放率及延緩轉色。

歸納目前百香果採收後處理技術發展，透過低溫降低生理活性，百香果於6-8℃(紫色種)、10℃(黃色種)及9℃(台農1號)貯藏有較佳的保鮮效果；氣變包裝處理藉由包裝材質改變氣體組成，保持相對濕度，同時抑制呼吸率及乙烯生合成，但需克服高濕度引起之貯藏病害發生。披膜處理操作容易，可配合低溫貯藏，仍需篩選最佳塗佈披膜材料。

## 四、結論

百香果果實可供鮮食及加工，風味佳、香氣濃郁且具豐富營養成分，國內外市場持續增加。‘台農1號’百香果果實性狀優良，藉由採收後處理技術延長貯運期與維持櫥架品質，以海運取代空運降低運輸成本，則具備外銷溫帶國家之潛力。本實驗室已初步建立長程海運貯運保鮮流程，採收適當成熟度果實(花後8周，完全轉色果實)，經修整、清洗及殺菌前處理，以打孔PE袋包裝貯藏於9℃環境，可達30天貯藏期，經回溫25℃、3天後，果實可售率維持在78.6%(圖3)。後續將進行模擬貯運及透過實際運輸至外銷市場，調查其貯運品質並進行實證，並加以修正以符合外銷貯運流程之需求，同時配合田間產期調節穩定生產，周年供果期，以拓展歐、美、加等外銷市場，提升外銷產值及市場競爭力。

圖3、‘台農1號’百香果採收後處理流程

## 參考文獻


1. 李文立 . 2005. 百香果 , p.103-108. 臺灣農家要覽農作篇 ( 二 ). 財團法人豐年社出版 . 台北 .
2. 張毅偉 . 1998. 益智仁揮發性 , 抗氧化成分與百香果殼花青素 , 抗氧化成分之研究 . 東海大學食品科學系碩士論文 . 149p.
3. 舒瓊冰 . 2013. ‘台農 1 號’百香果果實之生長及發育和後熟溫度及掉落處裡對品質之影響 . 國立中興大學園藝學系碩士論文 . 58p.
4. 謝昀憲 . 2016. 百香果果皮加工品及其成分分析 . 國立海洋大學食品科學系碩士論文 . 46p.
5. Akathi, S., D. S. Yadav, R. K. Patel, N. Amit, and B. Mousumi. 2011. Wax coating and padding materials influence quality and shelf-life of purple passion fruit during storage. Indian J. Hort. 68(2):246 (abstr.)
6. Alves, G. V. L., W. C. dos Santos, W. R. Waldman, J. G. Oliveira, H. Vargas, and M. G. da Silva. 2010. A photoacoustic technique applied to detection of ethylene emissions in edible coated passion fruit. 15th Journal of Physics: conference series 214:012020.
7. Arjona, E. H., F. B. Matta, and J. O. Garner Jr. 1992. Temperature and storage time affect quality of yellow passion fruit. HortScience 27(7):809-810.
8. Janzantti, N. S., M. S. Macoris, D. S. Grruti, and M. Monteiro. 2012. Influence of the cultivation system in the aroma of the volatile compounds and total antioxidant activity of passion fruit. LWT-Food Sci. Technol. 46:511-518.
9. Owino, W. O., P. Yumbya, S. Shibairo, and J. Ambuko. 2016. Efficacy of Activebag packaging on postharvest quality of purple passion fruit (*Passiflora edulis* Sims). Acta Horti. 1120:85-90.
10. Paull, R. E. and O. Duarte. 2011. Passion fruit and giant passion fruit, p.161-190. Tropical fruits vol.2. CABI.
11. Pruthi, J. S. 1963. Physiology, chemistry, and technology of passion fruit. Adv. Food Res. 12:203-282.
12. Shiomi, S., L. S. Wamocho, and S. G. Agong. 1996a. Ripening characteristics of purple passion fruit on and off the vine. Postharvest Biol. Tec. 7:161-170.
13. Shiomi, S., Y. Kubo, L. S. Wamocho, H. Koaze, R. Nakamura, and A. Inaba. 1996b. Postharvest ripening and ethylene biosynthesis in purple passion fruit. Postharvest Biol. Tec. 8:199-207.
14. Ulmer, T. and J. M. MacDougal. 2004. Passiflora, Passion flowers of the world. Timber Press, Cambridge. 430p.
15. Yumbya, P., J. Ambuko, S. Shibairo, and W. O. Owino. 2014. Effect of modified atmosphere packaging on the shelf life and postharvest quality of purple passion fruit (*Passiflroa edulis* Sims). J. Postharvest Technol. 2(01):25-36.